

По данным исследований состав 10 можно рекомендовать для кладочных и отделочных растворов, а составы 14, 15 – для получения шлакового вяжущего в шлакобетонах. Кроме того, на основе шлакового вяжущего можно получать искусственный пористый заполнитель, аналог безобжигового зольного гравия. Имеются данные, что шлаковое вяжущее в бетонах на шлаковом безобжиговом гравии более эффективно в применении, нежели цементное. Подобные композиции окажутся востребованными при изготовлении мелких стеновых камней по конвейерной технологии или для получения крупноразмерных конструкций на полигонах. Весьма важно, что их твердение протекает в ускоренном режиме и не нуждается в термообработке.

В результате исследования установлена возможность использования молотых дисперсных шлаков дуговых сталеплавильных печей для получения прочных, быстротвердеющих композиций, включающих сульфатные техногенные активизаторы – отработанные гипсовые формы и отходы производства фтористых соединений. Мы предлагаем несложную технологию производства шлаковых вяжущих, низкую себестоимость (ресурсо- и энергосбережение) и сравнительно высокие строительно-технические свойства получаемых композиций. Перспективы эффективного применения таких вяжущих в значительной степени зависят от решения проблемы подбора добавок, способных замедлить структурообразование шлакосульфатного камня без ущерба для его прочности.

## **ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЙ СЕПАРАТОР ИНДУКТОРНОГО ТИПА ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕЛКОЙ ФРАКЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА**

*Кубиков А.П., Липин А.В., Коняев И.А.  
УрФУ, [konyaev@ustu.ru](mailto:konyaev@ustu.ru)*

Разработка ресурсосберегающих технологий является одним из приоритетов в развитии промышленности. В частности, задачи энерго- и ресурсосбережения решаются при разработке технологий сбора и обработки вторичных цветных металлов. В данной работе речь пойдет о создании технологических установок по переработке электронного лома, количество которого с каждым годом увеличивается [1]. В отходах электронного оборудования содержится много ценных материалов, таких как, медь, алюминий, нержавеющая сталь, золото, серебро, платина и др., и при утилизации такого оборудования нельзя допускать потери этих материалов. Электронный лом является богатым источником сырья: в тонне отходов содержится драгоценных металлов в сто раз больше, чем в руде первичного сырья. В то же время переработка электронного лома требует множества различных технологических операций. Количество ступеней в технологической цепочке может быть больше десяти. Упростить технологию переработки и одновременно улучшить качество получаемых полезных продуктов позволяет использование на начальных стадиях обработки установок электродинамической сепарации.

Значительную часть электронного лома составляют миниатюрные узлы и изделия (контактные элементы, микросхемы и другие радиодетали). В этом случае для раскрытия отдельных материалов при дроблении электронного лома приходится уменьшать размеры частиц измельченного продукта до 1 мм и менее. Как известно [2], для извлечения частиц цветных металлов из смешанных отходов при такой крупности целесообразны электродинамические сепараторы с бегущим магнитным полем индукторного типа. Один из вариантов таких сепараторов схематично показан на рис. 1. Вращение зубчатого ротора в поле электромагнита постоянного тока позволяет получить в активной зоне за счет модуляции зазора необходимую частоту бегущего магнитного поля (несколько килогерц).

Одним из достоинств рассматриваемых электродинамических сепараторов является то, что установки могут быть изготовлены на базе узлов серийных электрических машин. В частности, на базе необмотанного ротора машины постоянного тока была создана лабораторная установка, конструкция которой соответствует рис. 1. Диаметр ротора составляет 110 мм, ширина полюса – 20 мм, воздушный зазор под полюсом – 4...5 мм. Испытания электродинамического сепаратора показали, что извлечение медных и алюминиевых частиц крупностью 1 мм достигается при значениях индукции магнитного поля, модулированного в активной зоне, 0,05 Тл и частоте магнитного поля около 2,5 кГц. Однако данная установка оказалась неудобна для апробации реальных технологических задач по сортировке электронного лома из-за небольших размеров активной зоны, ограничивающих производительность установки, и невозможности дальнейшего увеличения индукции магнитного поля. Кроме того, анализ измельченных фракций электронного лома, предоставленного предприятием – заказчиком, показал необходимость регулирования размеров активной зоны сепаратора, что не было предусмотрено в существующей установке.

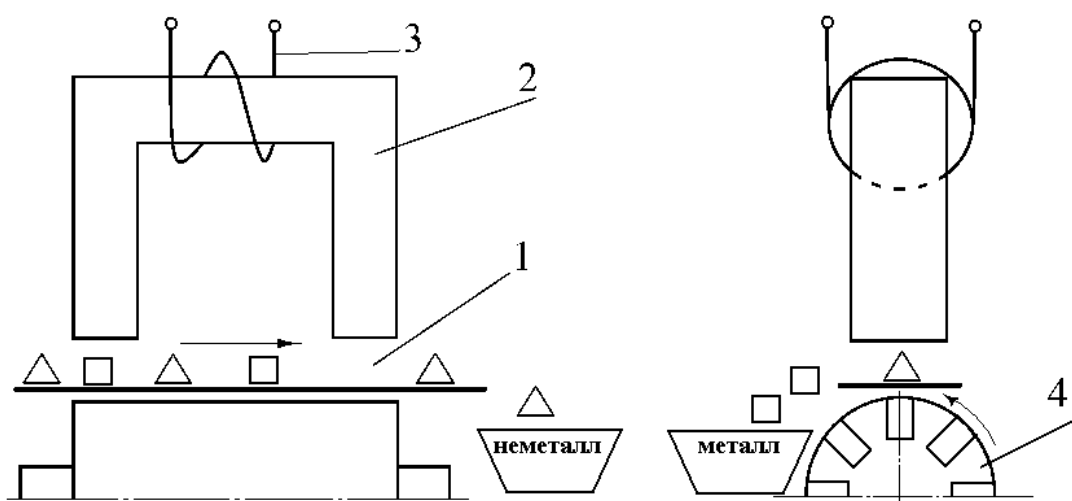


Рис. 1. Схема электродинамического сепаратора индукторного типа:  
1 – активная зона; 2 – магнитопровод; 3 – обмотка; 4 – зубчатый ротор

Для преодоления указанных недостатков разработана новая установка электродинамической сепарации индукторного типа на базе зубчатого ротора диаметром 186 мм. Увеличение габаритов установки позволило модернизировать магнитопровод индуктора и увеличить размеры активной зоны. Конструкция новой установки схематично показана на рис. 2.

Новая конструкция магнитопровода позволяет уменьшить сопротивление магнитной цепи, поскольку воздушные зазоры по горизонтальной оси ротора могут быть выполнены минимально допустимыми. Кроме того, при вертикальном перемещении магнитной системы магнитные сопротивления этих воздушных зазоров не изменяются. При этом появляется возможность регулировать высоту воздушного зазора в активной зоне сепаратора специальным подъемным механизмом.

Увеличение размеров и мощности обмотки возбуждения наряду со снижением сопротивления магнитной цепи позволят достигать больших, чем в установке – прототипе, значений индукции магнитного поля. За счёт увеличения длины активной зоны увеличивается время пребывания частицы в рабочей зоне. Все это позволяет увеличить электромагнитные усилия, действующие на извлекаемые металлические частицы, повысить эффективность установки и поднять ее производительность. Возможность регулирования высоты воздушного зазора в активной зоне делает установку более универсальной, так как можно подстраивать её параметры по размерам частиц обрабатываемого электронного лома.

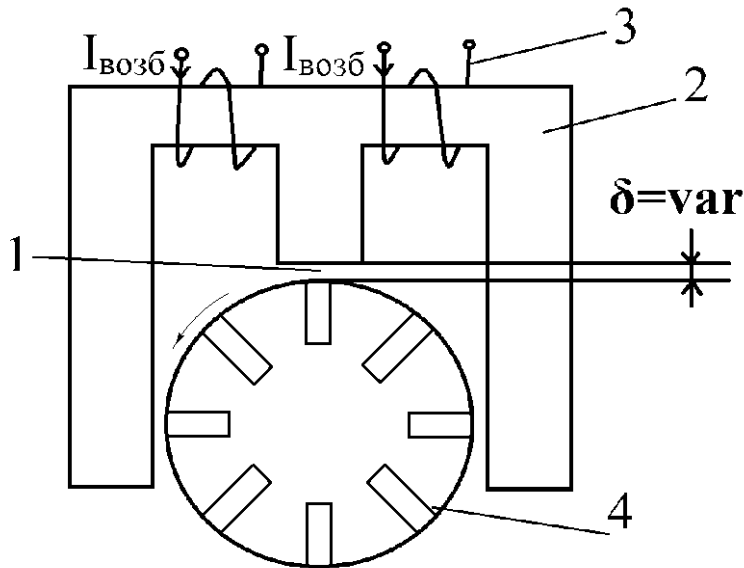


Рис. 2. Схема модернизированной установки: 1 – активная зона; 2 – магнитопровод; 3 – обмотка возбуждения; 4 – зубчатый ротор

Проводимые исследования подтверждают возможность создания эффективных технологий переработки электронного лома с использованием в технологической цепочке установок электродинамической сепарации для предварительного

разделения фракций цветных металлов. Планируется продолжение исследований на материалах, предоставленных предприятием – заказчиком.

#### Библиографический список

1. Цыпин Е.Ф. О переработке электронного лома и отходов // Известия вузов. Горный журнал. 1997. № 11-12. С. 233-239.
2. Электродинамические сепараторы с бегущим магнитным полем: основы теории и расчета / А.Ю. Коняев, И.А. Коняев, Н.Е. Маркин, С.Л. Назаров. Екатеринбург: УрФУ, 2012. 104 с.